

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭60-35205

⑤ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 昭和60年(1985)2月23日

G 01 B 11/00

7625-2F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑭ 発明の名称 物体各部までの距離検出方法及びこれに使用する回折スポット投影部

⑰ 特 願 昭58-143525

⑱ 出 願 昭58(1983)8月5日

⑲ 発 明 者 町 田 晴 彦 東京都新宿区中落合4丁目10番7号 有限会社マチダオプト技研内

⑳ 出 願 人 有限会社マチダオプト 東京都新宿区中落合4丁目10番7号 技研

㉑ 代 理 人 弁理士 日比谷 征彦

明 細 書

1. 発明の名称

物体各部までの距離検出方法
及びこれに使用する回折スポット投影部

2. 特許請求の範囲

1. レーザービームをファイバ・グレーティングから成る回折スポット投影部に投光して輝度の大きな0次光を含む回折スポット群を対象物体の表面に投影し、二次元光検出器で対象物体上の回折スポットの配列分布状態を検出し、各回折スポットの座標位置を前記0次光のスポット位置を基準として求め、前記ファイバ・グレーティングと光検出器との相対的位置を所定に保持した状態における各回折スポットごとに得られる座標位置と光学系までの距離との関係に基づき、各回折スポットが投影された部位ごとの対象物体までの距離を演算して求めることを特徴とする物体各部までの距離検出方法。

2. 前記回折スポット投影部は2組のファイバ

・グレーティングを直交して組合わせ、二次元的に配列された回折スポット群を得るようにする特許請求の範囲第1項に記載の物体各部までの距離検出方法。

3. 前記ファイバ・グレーティングと対象物体の間に正のパワーを有するレンズを挿入し、回折スポットを平行光束として射出するようにする特許請求の範囲第1項に記載の物体各部までの距離検出方法。

4. 前記ファイバ・グレーティングに投光するレーザービームを、光ファイバを用いて導光するようにする特許請求の範囲第1項に記載の物体各部までの距離検出方法。

5. 前記対象物体の表面の回折スポット群の配列分布状態を光ファイバを用いて前記光検出器に導光するようにする特許請求の範囲第1項に記載の物体各部までの距離検出方法。

6. 十字状に配列された輝度の大きな0次光を有する回折スポット群を得るために、密に並列し光ファイバの中央部のみの間隔を開けた2組の

ファイバ・グレーティングを重ね密接して配列し、これらの中心部にレーザービームを投光するようにしたことを特徴とする回折スポット投影部。

7. 十字状に配列された輝度の大きな0次光を有する回折スポット群を得るために、光ファイバを密に並列した2組のファイバ・グレーティングを重ね密接して配列し、これらの空間部を含む交叉部にレーザービームを投光するようにしたことを特徴とする回折スポット投影部。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、ファイバ・グレーティングを用いた多数個の回折スポット群を対象物体に照射し、二次元光検出器により該スポット群を個々に認識し、物体の形状認識の基となる各回折スポットにおける対象物体までの距離を検出する物体各部までの距離検出方法及びこれに使用する回折スポット投影部に関するものである。

例えば、医療におけるこれまでの内視鏡診断においては、患部までの距離や患部の起伏などの立

体的形状を識別することは困難とされている。また、一般の産業分野等においては、これまでの産業用ロボットの多くが物体を識別する眼の機能を有していないために、高機能性・高信頼性を有するロボットの実現がなかなか難しい。医療やロボット以外の産業分野においても、対象物体までの距離・対象物体の形状を簡単に三次元的に識別する手段が強く要望されているのが現状である。

本発明の目的は、上述の要求に応えるべくなされたものであり、ファイバ・グレーティングが何10次もの回折スポット群を同じ明るさで投影することが可能であり、多数の放射状のレーザービームにより空間座標を立体的に描く機能を有することを利用して、対象物体を立体的に求めるための基礎データとなる物体の各部位の距離を求める物体各部までの距離検出方法を提供することにある。また本発明の他の目的は、前記特定発明の方法を実施するために直接使用し、特定次数の回折スポットの輝度を大きくするための回折スポッ

ト投影部を提供することにある。

そして、前記目的を達成するための特定発明の要旨は、レーザービームをファイバ・グレーティングから成る回折スポット投影部に投光して輝度の大きな0次光を含む回折スポット群を対象物体の表面に投影し、二次元光検出器で対象物体上の回折スポットの配列分布状態を検出し、各回折スポットの座標位置を前記0次光のスポット位置を基準として求め、前記ファイバ・グレーティングと光検出器との相対的位置を所定に保持した状態における各回折スポットごとに得られる座標位置と光学系までの距離との関係に基づき、各回折スポットが投影された部位ごとの対象物体までの距離を演算して求めることを特徴とする物体各部までの距離検出方法にある。

また、前記特定発明に関連する第1の関連発明の要旨は、十字状に配列された輝度の大きな0次光を有する回折スポット群を得るために、密に並列し光ファイバの中央部のみの間隔を開けた2組のファイバ・グレーティングを重ね密接して配列

し、これらの中心部にレーザービームを投光するようにしたことを特徴とする回折スポット投影部にある。

更に、第2の関連発明の要旨は、十字状に配列された輝度の大きな0次光を有する回折スポット群を得るために、光ファイバを密に並列した2組のファイバ・グレーティングを重ね密接して配列し、これらの空間部を含む交叉部にレーザービームを投光するようにしたことを特徴とする回折スポット投影部にある。

以下に本発明を図示の実施例に基づいて詳細に説明する。

先ず、本発明で使用するファイバ・グレーティングについて説明する。第1図に示すように、従来用いられているスリット・アレイで構成した透過型回折格子1を用いて、1本の光ビームを光強度の等しい多数のビームに分散するには、スリットの幅を光の波長程度に狭くする必要がある。しかし、これでは入射光は遮光帯のために殆ど遮光されてしまい、回折効率は極めて低い。また、ス

リットの幅を広げると、0次の回折次数に光が集
中し、1次、2次と高次になるにつれ急速に各次
数の強度は減少する傾向となる。

そこで、近年では高い回折効率を得るために位
相格子を用いたり、或いは各次数の強度を一様
にするためにホログラフィック的な手法を用いる
ことが検討されている。しかし、これらはガラス表
面に様々な大きさの四角形や三角形の溝を多数本
形成するために、ケミカルエッチングのプロセス
を使用することになるが、細かなパターンを高精
度に造り上げるには高度な技術を要しかつ高価と
なる。

ファイバ・グレーティング2とは第2図に示す
ように、外径が15～50μm程度の光ファイバ
3を多数本隙間なく配列した一層のファイバ・ア
レイである。このファイバ・グレーティング2の
一面に、単一波長の平面波である例えば径が
1.2mm程度のレーザービームLを入射すると、
各光ファイバ3は円筒レンズとして作用し、
レーザービームLは各光ファイバ3の極めて近傍

特開昭60-35205(3)

Fに集光された後に、広い角度に球面波L'とし
て伝播していく。即ち、各焦点Fは位相の互いに
異なった球面波L'をほぼ同じ強度で広い領域に
放射する点光源のアレイとして作用する。この場
合に、結像レンズは不要であり抄影距離の如何に
拘らず、殆ど同一径の回折スポット群が得られる
ことになる。

得られる回折スポット群は個々の球面波L'の
干渉によるものであり、ほぼ強度の等しい回折ス
ポット群が形成され、光の波長をλ、格子定数を
d、回折次数をmとすると、このときの回折角θが、

$$\theta = \sin^{-1}(m\lambda/d)$$

で表されることは従来の回折格子1と同様であ
る。

この第2図に示す回折はフラウンホーファ回折
であるから、フーリエ変換像を得るには十分な距
離を必要とする。そこで、短い距離で理想的な
フーリエ変換像としての回折スポット群を得るた
めには、第3図に示すように点Fに焦点を置く正

のパワーを有する焦点距離fのコリメータレンズ
4を利用すればよい。即ち、コリメータレンズ4
の前焦点面に一致させてファイバ・グレーティ
ング2の焦点Fを置くようにすると、コリメータレ
ンズ4の後焦点面に一様な明るさの回折スポット
群が得られる。ファイバ・グレーティング2の後
方の点光源アレイを余弦関数 $\cos(x/d)$ で表した
とき、このスポット群として観察される回折像
は、そのフーリエ変換として $\cos(d\sin\theta/\lambda f)$
で表され、スポット群の間隔は $\lambda f/d$ となる。

1例のファイバ・グレーティング2で得られる
回折像は一次元アレイであるが、第4図に示すよ
うに2個のファイバ・グレーティング2a、2b
を密接・直交した回折スポット投影部5を配置
し、ここにレーザービームLを照射すると、各回
折スポットPが縦横等間隔に配列された二次元の
回折スポット群が得られる。なお、コリメータレ
ンズ4を使用しない回折スポット群は、第5図に
示すように平面上に形成されずに球面上に形成さ

れることになる。

また、対象物体に照射する各回折スポットPに
固有の番号を付するために、第6図に示すように
0次光の回折スポットP0の光強度を大きくし、検
出回路において識別できるようにする。なお、こ
の0次光はそれぞれファイバ・グレーティング
2a、2bから得られるようにし、重ね合わされ
て十字状となる。即ち、回折スポット投影部5に
おいて、第7図に示すようにファイバ・グレー
ティング2a、2bの中心の光ファイバ3が1本
～数本分だけ除かれている。そして、この中心部
に向けてレーザービームLが照射するようにされ
ている。この投影部5から出射される回折スポッ
ト群は、中心の光ファイバ3の部分の光は屈折さ
れずに透過し、この位置に相当する0次光の強度
が大きく得られることになる。

第8図(a)は他の手段による0次光の光強度増
強手段であり、この回折スポット投影部5におい
ては、ファイバ・グレーティング2a、2bの空
間部を含む交叉部にレーザービームLを入射すれ

ば、同様に0次光を増強することができる。

第8図(b)はこの場合の原理図であり、ファイバグレーティング2a、2bの交叉部にレーザービームLが入射することにより、投影部5には4つの領域I、II、III、IVが存在することになる。この内の空間部の領域IVは回折スポットPの形成には全く寄与していない。しかし、領域IIはいままで説明してきた第4図、第5図に示す回折スポット群を形成することになる。領域Iは縦方向の一系列の回折スポットP0を作ることになり、領域IIの回折スポット群の0次光と重なり、第6図における縦方向の0次光の回折スポットP0の光強度を増強する。また領域IIIは同様にして横方向の0次光の光強度を増強する役割を果たすことになる。

第9図は具体的な本発明に係る検出方法であり、レーザー光源6からコリメートされた光を第7図又は第8図(a)に例示した回折スポット投影部5に照射すると、回折スポット投影部5からは多数の光ビームLbが広い領域に照射される。この

スポットPに固有の番号nを付けることができ、各回折スポットPnの位置を識別することができる。

実際には、投光部と受光部の幾何学的位置条件や2つの光学系の収差などの種々の条件により、各回折スポットPnの得られる位置と光学系までの距離との関係は個々の回折スポットPnごとに異なる。従って、標準となる対象物体を用いて物体と光源6、テレビカメラ8との距離を種々変えて、各回折スポットPnごとに距離とフレームメモリ10上での位置関係を求める。そして、この両者の関係は各回折スポットPnごとに例えば回帰分析法により多項式として求めておく。例えば、光学系と対象物体7上の距離Dと、スポット番号nのフレームメモリ10における回折スポット投影部5とテレビカメラ8を結ぶ方向の位置つまり長さlの関係は次の2次式、

$$D = Anl^2 + Bnl + Cn$$

で近似できる。ただし、ここでAn、Bn、Cnは各回折スポットPnごとに異なる定数であり、予め

特開昭60-35205(4)

多数の光ビームLbは対象物体7の上に第6図に示すように輝度の大きな0次光を含む格子状の回折スポットPとなって表れる。このとき、個々の回折スポットPの位置同志の間隔は、対象物体7の凹凸及び光学的な位置関係により微妙に変化する。8はテレビカメラであり、対象物体7上の回折スポットPを画像情報として捉えビデオ信号としてA/D変換器9に入力する。なお、回折スポット投影部5とテレビカメラ8は、後述する演算の再現性を得るために所定の間隔とし、両者の光軸同志は所定の角度とされている。

テレビカメラ8で得られた画像信号は、その輝度信号としてA/D変換器9でデジタル量に変換され、フレームメモリ10の該当位置に記憶される。フレームメモリ10はCPU11からアクセスできるようになっており、位置情報と輝度情報を求めることができる。仮に、第6図に示すようにテレビカメラで各回折スポットPを捉えたとすると、回折スポットP0は輝度の強い0次光であり、この回折スポットP0を基準として各回折ス

CPU11内に記憶しておく。従って、或る複雑な形状をした対象物体7をテレビカメラ8により観測し、各回折スポットPnの画像上の位置から、上記の式により各回折スポットPnまでの距離Dを求めることができる。なお、これらの定数は予め求めておくことが好ましいが、被検知物体のデータを得た後に標準物体を用いて定めてもよい。

第10図は対象物体に照射した回折スポットPをテレビカメラ8で識別した状態を示している。即ち第11図に示すような段差を有する対象物体7の上方にレーザー光源6、回折スポット投影部5及びテレビカメラ8を配置して撮影したものである。これらの回折スポットごとに、上述の式により光学系までの距離Dを求めて、更に立体画像として図形処理を行うと第12図に示すような図形が得られる。実際の距離は、テレビカメラ8から対象物体の下段までの距離が55mm、上段までの距離が48mmである。

第13図の実施例は、レーザー光源6と回折スポット投影部5との間にレンズ12、光ファイバ

13を介在し、レーザービーム1を光ファイバ13を介して回折スポット投影部5に導光し、またテレビカメラ8に回折像を導くためにレンズ14、ファイバスコープ15が用いられている。この実施例は医療における内視鏡のように、直接に観察が困難な臓器内部の立体的形状の識別に効果的に利用できる。即ち、光ファイバ13やファイバスコープ15、小型化した光学系を直径約1cmほどの自在に屈曲できる管体内に納め、食道、胃などの複雑な臓器内にこれら挿入していくことが可能となる。

なお、本発明に係る方法の実施例においては、回折スポットPを検知する手段としてテレビカメラを用いたが、他の同様な二次元像光検知手段を用いてもよいことは勿論である。また、前述の距離Dを求める式は必ずしも二次式でなく他の次元を有する式としてもよい。

CPU11において得られたデータは、第12図に示すように三次元の立体的な画像処理を行うことが視覚に最も訴えるものであるが、回折ス

特開明60-35205(5)

ポットPの間隔を狭くして分解能を良くすることにより、更に高忠実な対象物体表面の形状が得られる。また、立体形状として求めるのではなく、特定箇所の断面形状も容易に求めることが可能となる。

なお、断面形状のみを求める場合には、回折スポット投影部5は必ずしも2個のファイバ・グレーティングを用いる必要はない。つまり、1個のファイバ・グレーティングで対象物体上に線状に回折スポット群を照射すればよい。ただし、各回折スポットを識別するために0次光の回折スポットは角度を大きくしなければならないことは言うまでもない。更に、光検出器は二次元座標上の位置を求める必要から、二次元の検出器としなければならない。

以上説明したように本発明に係る物体各部までの距離検出方法及びこれに使用する回折スポット投影部は、対象物体に投影する回折スポット中に角度の大きな回折スポットを設け、この回折スポットを基準として各回折スポットの座標位置を

求め、予め求めるか後に求める関係式に基づいて、対象物体の各部位までの距離を検出するものであり、比較的簡便な方法により立体画像を作成するためのデータを得ることができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は従来の回折格子の説明図、第2図はファイバ・グレーティングの説明図、第3図はファイバ・グレーティングと対象物体の間にコリメータレンズを挿入した状態の説明図、第4図は2個のファイバ・グレーティングを直交した回折スポット投影部と対象物体の間にコリメータレンズを挿入した状態の回折スポットの投影説明図、第5図はコリメータレンズを使用しない状態の回折スポットの投影説明図、第6図は得られた回折スポット群の説明図、第7図は基準スポットを得るための回折スポット投影部の斜視図、第8図(a)は他の回折スポット投影部の斜視図、(b)はその原理説明図、第9図は検出方法の説明図、第10図は実際の対象物体に照射して得られた回折スポットの説明図、第11図は第10図の回折ス

ポットを求めるための対象物体と光学系の配置構成図、第12図は得られたデータから図形処理して立体形状を求めた説明図、第13図は光ファイバを用いた場合の検出方法の説明図である。

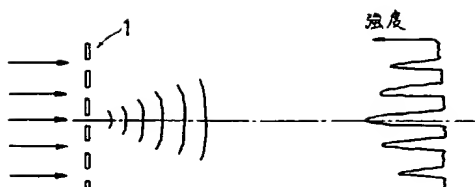
符号2、2a、2bはファイバ・グレーティング、3はファイバ、4はコリメータレンズ、5は回折スポット投影部、6はレーザー光源、7は対象物体、8はテレビカメラ、9はA/D変換器、10はフレームメモリ、11はCPU、13は光ファイバ、15はファイバスコープ、P、Pnは回折スポット、P0は0次光の回折スポットである。

特許出願人 有限会社マチダオプト技術

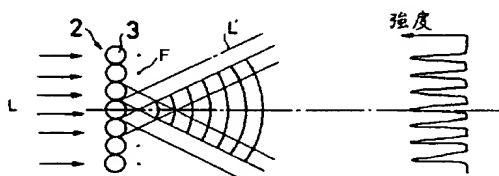
代理人 弁理士 日比谷 征



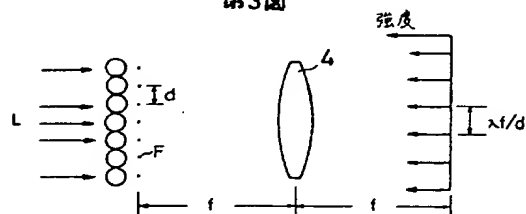
第1圖



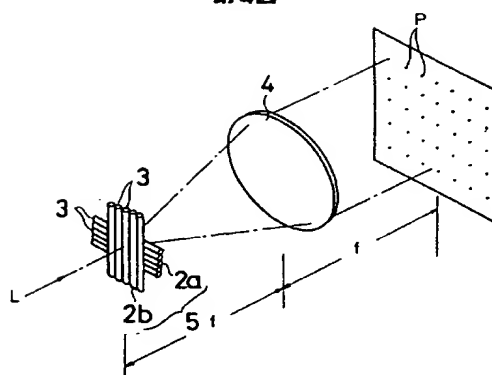
第2圖



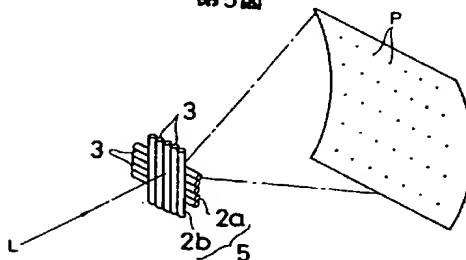
第3圖



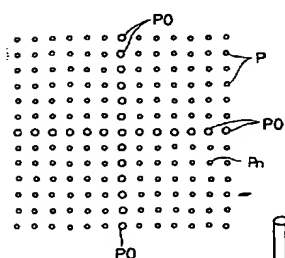
第4圖



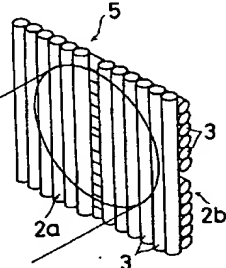
第5圖



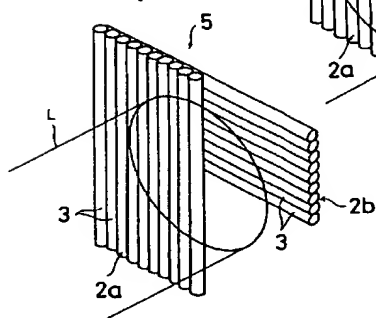
第6圖



第7圖

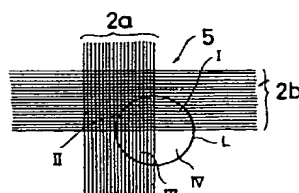


第8圖
(a)

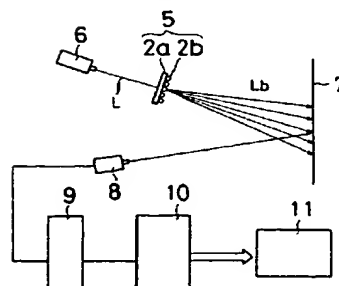


第8圖

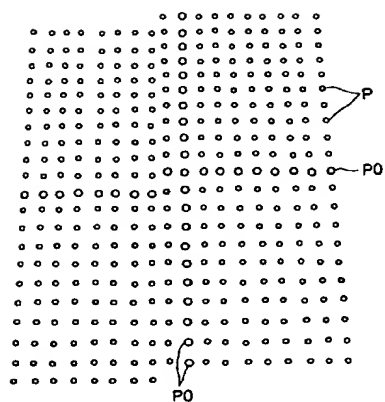
(b)



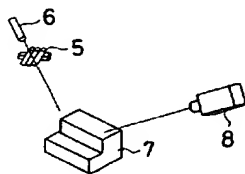
第9圖



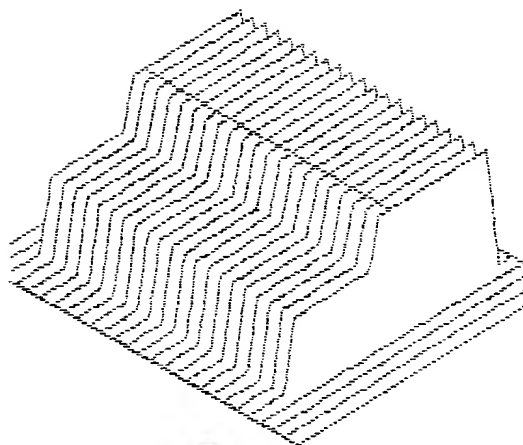
第10図



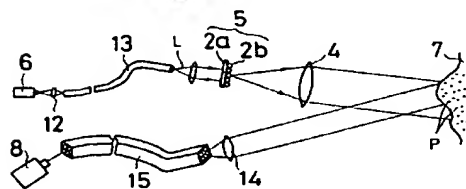
第11図



第12図



第13図



THIS PAGE BLANK (USPTO)